

ALIGNER

Publication number: JP5090128 (A)

Publication date: 1993-04-09

Inventor(s): MATSUMOTO KOICHI +

Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK +

Classification:

- **international:** **G02B5/30; G03B27/32; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/30; G02B5/30; G03B27/32; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): G02B5/30; G03B27/32; G03F7/20; H01L21/027**

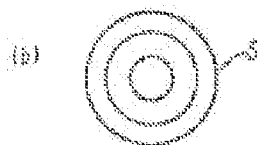
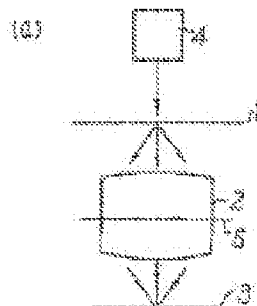
- **European:** G03F7/20T12

Application number: JP19910291465 19911107

Priority number(s): JP19910291465 19911107; JP19910167382 19910613

Abstract of JP 5090128 (A)

PURPOSE:To obtain an aligner capable of obtaining a high contrast image of a fine pattern.
CONSTITUTION:An illumination optical system 4 is preferably constituted as ring belt illumination wherein the central part of a light source is shielded, and transparently illuminates a photo mask 1 in which a pattern is formed, with exposure light having a specified wavelength. A projection optical system 2 is installed below the photo mask 1. On the pupil surface of the projection optical system 2, a polarization member 5 is arranged, which transmits only the light whose electric vector oscillates in the direction parallel to the sides of the pattern of the photo mask 1. Diffracted light generated by transparently illuminating the photo mask 1 is collected by the projection optical system 2, and converted into a TE polarization light wherein oscillation direction of the electric vector is uniform, by the polarization member 5, thereby forming a pattern image on an image surface 3.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 2 B 5/30		7724-2K		
G 0 3 B 27/32		F 9017-2K		
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 S
			審査請求	未請求 請求項の数2(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-291465

(22)出願日 平成3年(1991)11月7日

(31)優先権主張番号 特願平3-167382

(32)優先日 平3(1991)6月13日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 松本 宏一

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

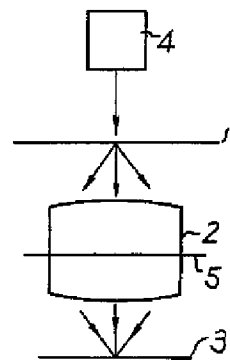
(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【目的】 微細パターンの高コントラストの像を得ることのできる露光装置を提供する。

【構成】 照明光学系4は、好ましくは光源の中心部が遮蔽された輪帯照明の構成をとっており、パターン形成されたフォトマスク1を所定波長の露光光で透過照明する。フォトマスク1の下方には投影光学系2が設けられており、この投影光学系2の瞳面には、フォトマスク1のパターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみを透過させる偏光部材5が配置されている。フォトマスク1が透過照明されることにより生じた回折光は投影光学系2で集められ、偏光部材5によって電気ベクトルの振動方向が揃ったTE偏光に変換され、像面3にパターン像を形成する。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトマスク上のパターンを投影する投影光学系を備えた露光装置において、前記投影光学系のほぼ瞳面に、前記パターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動している光を透過させる偏光部材が配置されたことを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記偏光部材は、前記投影光学系の光軸を中心とする円の接線方向に電気ベクトルが振動している光のみを透過させるものであることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子製造のリソグラフィ工程において、フォトマスクに形成された回路パターンの像をウエハ面に転写するために用いられる露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子製造のリソグラフィ工程において一般的に用いられている露光装置は、図3に示されるような構成であった。図において、フォトマスク21は、照明光学系24の光軸に対して直交するように水平に保持されており、照明光学系24から射出された所定波長の露光光によって透過照明される。従来から汎用されているフォトマスク21は、透明基板上にクロム等の金属からなる遮光パターンが形成された構造をなしており、透過照明されることによって、パターン形状に応じた回折光が発生する。これらの回折光は、投影光学系22により再度、像面23上に集められ、これにより結像面23に合致するように保持されたウエハ面上にフォトマスク21のパターン像が転写される。この際、従来の露光装置の投影光学系には、偏光部材は含まれていないので、像面23に集められる光は、偏光特性のない状態、つまり、TE偏光（後述）とTM偏光（後述）の平均状態になっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の露光装置においては、半導体素子の高集積化に伴う回路パターンの微細化に対応できないという問題点があり、微細パターンの高コントラストの像を形成できる技術の開発が求められている。こうした中で、パターン像のコントラストを高める方法として、近年、フォトマスクの光透過部の特定の箇所に透過光の位相を変化させる位相シフト部を設けた位相シフトマスクを用いて投影露光を行なう位相シフト法が種々提案されている。例えば、特公昭62-50811号公報には、空間周波数変調型の位相シフトマスクに関する技術が開示されている。位相シフト法は、光の振幅の情報に加えて光の位相の情報を利用してパターン像を形成するものであり、光透過部（基板裸面部）と遮光部だけからなるフォトマスクを使用する方法に比べればある程度の結像性能の改善が実

現されている。

【0004】しかしながら、この位相シフト法にも自ら限界があり、微細パターンについて満足すべき高コントラストの像は得られていない。この発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、光の振幅と位相以外の第三の情報を利用することにより、高解像性・高コントラストの結像性能を実現でき、光リソグラフィ技術の新たな展開を図ることが可能な露光装置を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の露光装置は、フォトマスク上のパターンを投影する投影光学系を備えており、上記の課題を達成するために、前記投影光学系のほぼ瞳面に、前記パターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動している光を透過させる偏光部材が配置されたものである。

【0006】本発明で好ましく用いられる偏光部材は、具体的には、前記投影光学系の光軸を中心とする円の接線方向に電気ベクトルが振動している光のみを透過させるものである。

【0007】

【作用】図2を参照して本発明の作用を説明する。図2は、図3で説明した露光装置の像面23付近の回折光の様子を模式的に示したものである。まず、図2（a）は、TE（transverse electric）偏光と呼ばれる状態であり、電気ベクトルの振動方向が入射面（紙面内面）に垂直な光である。一方、図2（b）はTM（transverse magnetic）偏光と呼ばれる状態であり、磁気ベクトルの振動方向が入射面に垂直、即ち、電気ベクトルの振動方向が入射内面にある。投影光学系に偏光部材を含まない従来の装置では、図2（a）のTE偏光と図2（b）のTM偏光の平均状態の光で結像されることになるが、フォトレジスト等の感光材料の光化学反応は電磁波である光の電場の作用によって進行するので、リソグラフィ工程においては電気ベクトルの振動方向が問題となる。

【0008】図2（a）と図2（b）を比較すると解るように、TE偏光の場合は、0次、±1次…の各回折光の電気ベクトルの振動方向が全て紙面に垂直な方向にそろっており、回折光同志の干渉効果が最大となって、高コントラストの像となる。TM偏光の場合は、次数の異なる回折光の電気ベクトルの振動方向は各回折光の進行方向のなす角に応じた分だけずれることになり、回折光同志の干渉効果が低減して、像のコントラストを落とす方向に作用する。

【0009】本発明においては、投影光学系のほぼ瞳位置に、フォトマスクに形成されたパターンの辺に平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみを透過させる偏光部材が配置されているので、フォトマスクで発生した非偏光状態の回折光は、回折角を形成する平面（入射面）に直交する振動面を有するTE偏光に変換され、コント

ラストの高い像が得られる。

【0010】ここで、フォトマスクに形成される実際の回路パターンの配列方向はさまざまであり、一定の周期で繰り返されるラインアンドスペースパターンの他にホールパターン等の孤立パターンも含まれるから、本発明で用いる偏光部材としては、投影光学系の光軸を中心とする円の接線方向に電気ベクトルが振動している光のみを透過させるものを用いることが好ましい。このような偏光部材を用いれば、パターンがどのような方向に配列されていても、常にパターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみが偏光部材を透過することになる。

【0011】さて、次に、更に説明を解りやすくするために、フォトマスク21に紙面垂直方向に伸長するラインアンドスペースパターン（遮光部と光透過部が同じ幅で

交互に繰り返されるパターン）が設けられており、フォトマスク21からの回折光のうち0次回折光と±1次回折光によりパターン像が形成される場合を考える。この場合、0次回折光の振幅は1/2、±1次回折光の振幅は1/πである。

【0012】図2に示してある様に、x（紙面左右方向）、y（紙面垂直方向）、z（紙面上下方向）座標軸を設定し、0次回折光の方向余弦を（0, 0, 1）、±1次回折光の方向余弦を（±α, 0, γ）として、0次回折光、±1次回折光の波動（ベクトル量）をφ₀、φ_{±1} とすると、TE偏光の場合の各回折光の波動は式1～3で表わされる。式中kは定数（=2π/λ）である。

【0013】

【数1】

$$\phi_0 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{ik(0x+0y+1z)} \quad \dots\dots\dots \text{式 1}$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{ik(\alpha x+0y+\gamma z)} \quad \dots\dots\dots \text{式 2}$$

$$\phi_{-1} = \frac{1}{\pi} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{ik(-\alpha x+0y+\gamma z)} \quad \dots\dots\dots \text{式 3}$$

【0014】0次回折光及び±1次回折光の波動φ₀、φ_{±1}を合成した波動場Ψ_{TE}は式4となり、強度分布I_{TE}(x, z) = |Ψ|²は、式5となる。

【0015】

【数2】

$$\Psi_{TE} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \left[\frac{1}{2} e^{ikz} + \frac{1}{\pi} e^{ik\gamma z} (e^{ik\alpha x} + e^{-ik\alpha x}) \right] \quad \dots\dots\dots \text{式 4}$$

$$I_{TE}(x, z) = \frac{1}{4} + \frac{2}{\pi} \cos(k\alpha x) \cdot \cos\{k(1-\gamma)z\} + \frac{4}{\pi^2} \cos^2(k\alpha x) \quad \dots\dots\dots \text{式 5}$$

【0016】一方、TM偏光の場合の各回折光の波動は式6～8で表わされる。

【0017】

【数3】

$$\phi_0 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} e^{ikz} \quad \dots\dots\dots \text{式 6}$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \begin{bmatrix} \gamma \\ 0 \\ -\alpha \end{bmatrix} e^{ik(\alpha x + 0y + \gamma z)} \quad \dots\dots\dots \text{式 7}$$

$$\phi_{-1} = \frac{1}{\pi} \begin{bmatrix} \gamma \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} e^{ik(-\alpha x + 0y + \gamma z)} \quad \dots\dots\dots \text{式 8}$$

【0018】0次回折光及び±1次回折光の波動 ϕ_0 ，【0019】
 $\phi_{\pm 1}$ を合成した波動場 Ψ_{TM} は、式9となり、強度分布【数4】
 $I_{TM}(x, z) = |\Psi|^2$ は、式10となる。

$$\Psi_{TM} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} e^{ikz} + \frac{1}{\pi} \gamma e^{ik\gamma z} (e^{ik\alpha x} + e^{-ik\alpha x}) \\ 0 \\ -\frac{1}{\pi} \alpha e^{ik\gamma z} (e^{ik\alpha x} - e^{-ik\alpha x}) \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots \text{式 9}$$

$$I_{TM}(x, z) = \frac{1}{4} + \frac{2}{\pi} \gamma \cos(k\alpha x) \cdot \cos\{k(1-\gamma)z\} \\ + \frac{4}{\pi^2} \left\{ \alpha^2 + (\gamma^2 - \alpha^2) \cos^2(k\alpha x) \right\}$$

【0020】ここで、像の評価指標として、ログ・スロープ(log slope) 値を考える。このログ・スロープ値とは、幾何光学的な明暗の境界における強度Iの対数をとった時の微分値であり、即ち $\partial \log I / \partial x$ の値である。そして、この値が大きい方が、いわゆる高コントラストの像であることを示している。式5と式10より、おのおのTE偏光、TM偏光の時のログ・スロープ値を計算できる。簡単のため、ベスト・フォーカス面にて考え

\dots\dots\dots \text{式 10}

るものとして、 $Z=0$ として計算すると、TE偏光のときのログ・スロープ値 LS_{TE} は式11、TM偏光のときのログ・スロープ値 LS_{TM} は式12となる。また非偏光状態のときのログ・スロープ値は、TE偏光とTM偏光の平均状態である。

【0021】
【数5】

$$LS_{TE} = \frac{4\lambda}{\alpha} \quad \dots\dots\dots \text{式 11}$$

$$LS_{TM} = \frac{4\lambda}{\alpha} \cdot \frac{\sqrt{1-\alpha^2}}{1+16\alpha^2/\pi^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 12}$$

【0022】式12のうち、 $4\lambda/\alpha$ に掛かっている項を考えると、分子は1より小さく、分母は1より大きいので、全体として式12の値は、式11の値より小さいことが

理解される。このことは、TE偏光での結像の方が、TM偏光での結像よりも高いログ・スロープ値を有していることを示している。また、 α は回折角に対応するの

で、回折角の大きい微細パターン程、TE偏光の優位性は大きくなる。

【0023】更に、非偏光状態は、TE偏光とTM偏光の平均状態であるから、TE偏光による結像は、当然、非偏光による結像より、高いログ・スロープ値を有して、いわゆる高コントラストな像を達成することになる。また、光の偏光と位相は独立した情報であるから、本発明の露光装置に位相シフトマスクを用いることで、光の振幅、位相、偏光の3つの情報を適宜組み合わせることにより結像性能の一層の向上を図ることが可能である。

【0024】

【実施例】図1は、本発明実施例による露光装置の構成を模式的に示した構成図である。図において、照明光学系4は、超高圧水銀ランプ、エキシマレーザ等を光源とし、リソグラフィ行程で使用されるフォトレジストを感光させ得る波長の露光光を射出する。

【0025】フォトマスク1は、照明光学系4の光軸と直交するように、水平面内に保持されている。フォトマスク1に形成されるパターンの形状は特に限定されるものではないが、ここでは、説明を具体的にするために、光透過部とクロム等の遮光部が交互に繰り返されるいわゆるラインアンドスペースパターンが形成されており、パターンは紙面と垂直な方向に伸長しているものとする。

【0026】フォトマスク1の下方には、投影光学系2が配置されており、投影光学系2の光源（照明光学系4）側焦点とフォトマスク1のパターン形成面がほぼ一致するように光軸方向の位置が調整されている。この投影光学系2の瞳面（厳密に瞳位置である必要はない）には、図1（b）に示されているように、投影光学系2の光軸（瞳中心）を中心とした同心円の接線方向に電気ベクトルが振動する光のみを透過させる偏光部材5が配置されている。

【0027】投影光学系2の下方には、ウエハ（図示せず）を載置するウエハステージ（図示せず）が設けられ、投影光学系2の結像面3とウエハ表面とが合致するように、光軸上の位置が調整されている。また、ウエハステージは、水平面内にも移動可能となっており、露光に先立ち、不図示のアライメント手段を用いてウエハとフォトマスク1の相対的位置の調整が行なわれる。

【0028】上述した構成の露光装置において、照明光学系4からの露光光によってフォトマスク1が透過照明されると、図1（a）に示されるようにフォトマスク1からは、紙面内左右方向（パターンの配列方向）に広がる回折光が発生する。この段階で回折光は、TE偏光とTM偏光の状態が平均された状態であり、振動方向の偏りはない。

【0029】次いで、回折光は投影光学系2に入射し、瞳面に配置された偏光部材5に至る。ここで、フォトマ

スク1からの回折光のうち0次回折光は、パターンの形成位置によらず（パターンが照明領域の中央部になっても端にあっても）、投影光学系2の瞳中心（偏光部材5中心）に入射し、±1次、±2次、…の各回折光は、瞳中心から半径方向（パターン配列方向）に所定距離ずつ離れた位置に入射する。本実施例のように、パターンの配列方向が紙面左右方向である場合は、各次数の回折光の偏光部材5への入射位置は、投影光学系2の光軸を中心とした円（図1（b）参照）を紙面左右方向に横切る直径上に所定の間隔で並ぶことになる。偏光部材5は、上述したように、投影光学系2の光軸を中心とした円の接線方向に電気ベクトルが振動する光のみを透過させるものであるから、各次数の回折光はそれぞれ図1

（b）の上下方向に電気ベクトルが振動する成分のみが偏光部材5を透過することになる。

【0030】この際、図1（b）のような偏光部材5の中心においては、透過する光の偏光状態が不安定になるため、0次回折光の入射位置を偏光部材5の中心から偏位させることが望ましい。このことは、照明光学系4の光源の中心部を遮蔽して輪帯照明とすることで容易に実現される。即ち、輪帯照明とすることで、フォトマスク1は、垂直方向（光軸方向）から僅かに傾いた方向から照明されることになり、0次回折光は傾きに応じた分だけ偏光部材5の中心から半径方向にずれた位置に入射することになるので（このとき1次以上の回折光の位置も順に半径方向外側にずれる）、振動方向の異なる光が偏光部材5を透過することを防止できる。

【0031】図1（a）に戻って、投影光学系2の偏光部材5を透過した露光光は、電気ベクトルの振動方向が紙面垂直方向（パターンの辺と平行な方向）に揃ったTE偏光となり、結像面3にフォトマスク1のラインアンドスペースパターンの像を結ぶ。これにより、結像面3に保持されたウエハの所定の位置にパターン像の転写が行なわれる。

【0032】本実施例では、上述のようにして、振動方向の揃った光だけで像が形成されるので、回折光同志の干渉効果が増し、コントラストの高い像がウエハ面に転写される。また、パターンピッチが小さくなる程1次以上の回折光の回折角が大きくなるため、従来のように、非偏光状態（TE偏光+TM偏光）の光で結像される場合は、TM偏光の振動方向のずれが大きくなる分だけ像のコントラストが低下することになるが、本実施例のようにTE偏光だけで結像される場合は、回折角が変わっても電気ベクトルの振動方向は変わらないので、高いコントラストが維持される。即ち、図1のような構造の露光装置を用いることにより、パターンのピッチが非常に小さくなくても高コントラストの像を得ることができ、微細パターン程、従来の露光装置に対する優位性が明確になる。

【0033】なお、上記においては、説明のためにフォ

トマスク 1 のパターンは紙面左右方向に配列されているとしたが、配列方向が他の方向であっても同様にコントラストの高い像を得ることができることは言うまでもなく、本実施例の露光装置はあらゆる形状のパターンに対応できる。つまり、パターンの配列方向が変われば、それに対応して回折光の広がる方向が変わり、投影光学系 2 の瞳面における各次数の回折光の入射位置の整列方向も変わるが（例えばパターンの配列方向が図 1（b）の紙面上下方向であれば、各次数の回折光の入射位置は図 1（b）の同心円を紙面上下方向に横切る直径上に整列する）、本実施例における偏光部材 5 は、図 1（b）の同心円の接線方向に振動面を有する光のみを透過させるものであるから、パターンがどのような方向に配列されていても常にパターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみが偏光部材 5 を透過することになる。

【0034】逆に、パターンの配列方向が一方向に限ら

れているような場合は、円周方向の位置によって透過する光の振動方向が変わるような偏光部材 5（図 1

（b））を用いなくとも、入射位置によらず同じ方向（パターンの辺と平行な方向）に振動する光だけを透過させる偏光部材を用いれば良い。次に、例として、露光波長 $\lambda = 365 \text{ nm}$ として、式 11～12 から、各偏光状態（TE 偏光，TM 偏光，TE 偏光と TM 偏光の平均）で得られるベスト・フォーカスでのパターン像のログ・スロープ値を求めた結果を示す。この表 1 の結果からも、微細パターン程、本発明の優位性が発揮されることが明らかであり、例えば 64M DRAM 等の集積度の高い半導体素子を製造するにあたって本発明の露光装置が非常に有効であることが理解される。

【0035】

【表 1】

線幅（L / S）	TE	TM	平均
0.7 μm	11.429	9.938	10.683
0.6 μm	13.333	11.045	12.189
0.5 μm	16.000	12.250	14.125
0.4 μm	20.000	13.307	16.653
0.3 μm	26.667	13.229	19.948

【0036】さて、上記においては、説明を簡単にするために、遮光膜だけでパターン形成されているフォトマスクを用いた場合について説明したが、本発明の露光装置は位相シフトマスクと組み合わせることもできる。位相シフトマスクについては、遮光部を介して隣合う光透過部の一方に位相シフト部材を付加する空間周波数変調方式（例えば特公昭 62-50811 号公報に記載の方式）の他、厚さの異なる位相部材を設ける多段方式、遮光パターンの周縁部に位相シフト部材からなる補助パターンを設ける補助パターン方式、遮光部と光透過部の境界に位相シフト部材を設けるエッジ強調方式、位相シフト部材だけでパターン形成するクロムレス方式等種々の方式が提案されているが、本発明は何れの方式の位相シフトマスクとも組み合わせることができる。

【0037】また、上記の説明においては、透過型のフォトマスクを使用する場合について述べてきたが、本発明は、透明基板上に反射部材（反射膜）を設けた反射型のフォトマスクを使用する場合にも適用できるものである。反射型マスクにおいては、フォトマスクを落射照明して、反射膜からの反射光を結像光学系で集めることにより像が形成され、光透過部が像の暗部、反射部が像の明部に対応することになるが、結像光学系の瞳面にパターン

の辺に平行な方向に電気ベクトルが振動する光を透過させる偏光部材を設けることにより、透過型マスクを用いる場合と同様に像のコントラストを高めることが可能である。

【0038】

【発明の効果】以上の様に本発明の露光装置においては、転写すべきパターン

の辺と平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみを透過させる偏光部材を投影光学系の瞳面に設けているので、電気ベクトルの振動方向が同一方向に揃った光で像が形成されることになり、回折光同志の干渉が増し、コントラストの高い像を得ることができる。

【0039】また、本発明によれば、回路パターンが微細化してフォトマスクからの光の回折角が大きくなっても、高いコントラストを維持できるので、微細パターン程、従来の露光装置に対する優位性が発揮される。更に、本発明の露光装置は、近年開発された位相シフトマスクとの組み合わせで光の振幅、位相、偏光の 3 つの情報を利用して像を形成することができ、リソグラフィ技術の新たな展開を図る上で非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】（a）は本発明実施例による露光装置の構造を示す構成図、（b）は本発明実施例で使用した偏光部材の模式的な平面図である。

【図2】 (a), (b) は、各々TE, TM偏光による結像の様子を示す概念図である。

【図3】 従来の露光装置の構成を示す構成図である。

【主要部分の符号の説明】

1 フォトマスク

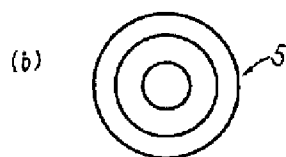
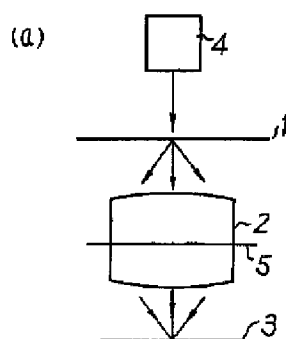
2 投影光学系

3 結像面

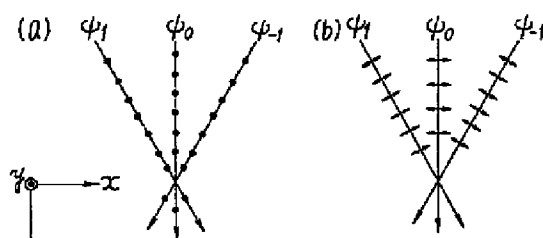
4 照明光学系

5 偏光部材

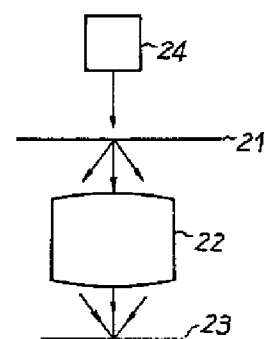
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成4年9月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の露光装置においては、半導体素子の高集積化に伴う回路パターンの微細化に対応できないという問題点があり、微細パターンの高コントラストの像を形成できる技術の開発が求められている。こうした中で、パターン像のコントラストを高める方法として、例えば特公昭62-50811号公報には、フォトマスクの光透過部の特定の箇所に透過光の位相を変化させる位相シフト部を設けた位相シフトマスクを用いて投影露光を行なう位相シフト法が開示されている。このような位相シフト法は、光の振幅の情報に加えて光の位相の情報を利用してパターン像を形成するものであり、例えば光透過部(基板裸面)と遮光部だけからなるフォトマスクを使用する方法

に比べればある程度の結像性能の改善が実現されている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】なお、上記においては、説明のためにフォトマスク1のパターンは紙面左右方向に配列されているとしたが、配列方向が他の方向であっても同様にコントラストの高い像を得ることができることは言うまでもなく、本実施例の露光装置はあらゆる形状のパターンに対応できる。つまり、パターンの配列方向が変われば、それに対応して回折光の広がる方向が変わり、投影光学系2の瞳面における各次数の回折光の入射位置の整列方向も変わる(例えばパターンの配列方向が図1(b)の紙面上下方向であれば、各次数の回折光の入射位置は図1(b)の同心円を紙面上下方向に横切る直径上に整列する)が、本実施例における偏光部材5は、図1(b)の同心円の接線方向に振動面を有する光のみを透過させる

ものであるから、パターンがどのような方向に配列されていても常にパターンの辺と平行な方向に電気ベクトルが振動する光のみが偏光部材 5 を透過することになる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】さて、上記においては、説明を簡単にするために、遮光膜だけでパターン形成されているフォトマスクを用いた場合について説明したが、本発明の露光装

置は位相シフトマスクと組み合わせて使用することもできる。位相シフトマスクについては、遮光部を介して隣合う光透過部の一方に位相シフト部材を付加する空間周波数変調方式の他、厚さの異なる位相部材を設ける多段方式、遮光パターンの周縁部に位相シフトマスク部材からなる補助パターンを設ける補助パターン方式、遮光部と光透過部の境界に位相シフト部材を設けるエッジ強調方式、位相シフト部材だけでパターン形成するクロムレス方式等、種々の方式が提案されているが、本発明は何れの方式の位相シフトマスクとも組み合わせることができる。